

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-250445

(43)公開日 平成5年(1993)9月28日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 15/60	4 0 0 D	7922-5L		
15/72	4 5 0 A	9192-5L		

審査請求 有 請求項の数 3 (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平4-50753

(22)出願日 平成4年(1992)3月9日

(71)出願人 000127695

株式会社エイ・ティ・アール通信システム
研究所京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷5
番地

(72)発明者 佐藤 隆宣

京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷5
番地 株式会社エイ・ティ・アール通信シ
ステム研究所内

(74)代理人 弁理士 深見 久郎 (外2名)

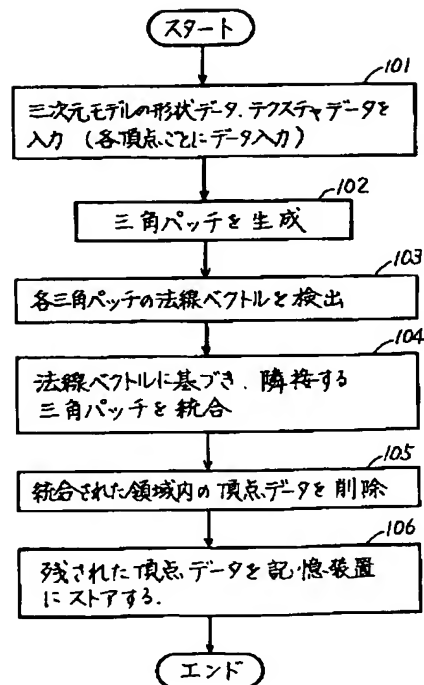
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 三次元モデルデータ生成装置

(57)【要約】

【構成】 三次元モデルの高速表示に適した階層化モデルデータを生成するための三次元モデルデータ生成装置が開示される。この装置では、三次元モデルの各頂点ごとに形状データなどが詳細に入力された後、近隣の3つの頂点を用いて三角パッチが生成される。各三角パッチの法線ベクトルを用いて形状における空間周波数が求められ、空間周波数に応じて不必要な頂点データが削除される。

【効果】 不必要な頂点データを含まないので高速表示に適し、また、表示における不連続性を生じさせない階層化モデルデータが生成できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 三次元モデルの高速表示に使われるモデルデータを生成する三次元モデルデータ生成装置であって、

三次元モデルを形成する頂点ごとに、三次元モデルを規定するための複数の頂点データを入力する手段と、

各々が、三次元モデルを規定する前記頂点のうち近隣の3つの頂点により規定される複数の三角パッチを生成する三角パッチ生成手段と、

各三角パッチについて法線ベクトルを検出する法線ベクトル検出手段と、

検出された法線ベクトルを用いて空間周波数の変化を検出する空間周波数変化検出手段と、

空間周波数変化の検出結果に基づいて隣接する三角パッチを統合する三角パッチ統合手段と、

統合された領域内の頂点データを削除する頂点データ削除手段とを含む、三次元モデルデータ生成装置。

【請求項2】 前記空間周波数変化検出手段は、検出された法線ベクトルを特徴空間に移し、特徴空間において近隣の法線ベクトルをグループ化するグループ化手段と、

隣接する各三角パッチの法線ベクトルが属するグループの変化を検出するグループ変化検出手段とを含み、

前記三角パッチ統合手段は、前記グループ変化検出手段の検出結果に基づいて隣接する三角パッチを統合する、請求項1に記載の三次元モデルデータ生成装置。

【請求項3】 前記空間周波数変化検出手段は、検出された法線ベクトルを用いて、近接する三角パッチ同士がなす角度を検出する角度検出手段と、前記角度検出手段によって検出された角度の和を検出する角度和検出手段とを含み、

前記三角パッチ統合手段は、前記角度和検出手段の検出結果に基づいて隣接する三角パッチを統合する、請求項1に記載の三次元モデルデータ生成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、三次元モデルデータ生成装置に関し、特に、三次元モデルの高速表示に適したモデルデータを生成する三次元モデルデータ生成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】コンピュータグラフィックス（CG）を用いて臨場感のある画像をスクリーン上に高速表示することが要求される分野、たとえば遠隔にいる人々があたかも同一空間にいるかのような感覚を提供することが要求される臨場感通信会議システムでは、スクリーンに表示される仮想空間とスクリーンの観察者が存在する実空間との間の一体感を高めるための表示技術が求められている。そのため、スクリーンの視野の広い広視野表示技術、表示スクリーンの画素数の多い高精細表示技術、観

察者の視点位置からスクリーンを通して見える画像を視点位置に対応して表示する運動視表示技術などの実現が望まれている。

【0003】運動視をコンピュータグラフィックスを用いて実現する場合、表示対象を三次元モデルで定義し、観察者の視点位置を求め、視点位置から見た対象物体の透視投影像がスクリーン上に表示される。

【0004】三次元物体をコンピュータにより生成表示するコンピュータグラフィックスの技術では、対象物体の高精度化、すなわち表示画像の高品質化と高速画像生成は相反する関係にある。すなわち、高品質な画像を生成しようとする対象物体を詳細な分解能で定義しなければならず、対象物体を形成する頂点数が増加し、画像生成のための処理時間が増加することになる。

【0005】一方、表示対象の変化を実時間で表示するためには、現在のコンピュータでは処理能力が不足しており、頂点数の少ない単純なモデルしか表示できない。この問題を解決するために、従来から二通りの研究が進められている。1つは、コンピュータの処理能力を向上させる手法、もう1つは、頂点数をできるだけ減らし、かつ現実感の高い表示を行なうために人間の視角特性などを利用する手法である。ここでは、後者について詳述する。

【0006】対象物体の三次元モデルが作成される場合において、対象物体について一通りのモデルが定義されるならば、表示対象はスクリーン上でどのような大きさであってもまたどのような角度から見ても画質の劣化のないきめ細かさで表示されなければならない。すべての対象物体についてきめ細かくモデル化するためには、表示対象が増えれば増えるだけ画像生成表示のために要する時間が増大し、実時間処理が困難となる。そこで、画質の劣化を表示画像を見ているものに与えず頂点数を減らす手法についていくつかの提案がなされている。

【0007】たとえば、（1）透視投影表示する場合、視点から表示対象までの距離が増加すれば、表示対象がスクリーン上で小さくなり粗くモデル化しても画質の劣化が少ないことを利用する手法。（2）人間の視力は注視点が高く、周辺視になるに従い視力が低下するため、周辺視にある対象は粗くモデル化して表示しても画質の劣化を感じることが少ないことを利用する手法。

（3）人間の動態視力の低下を利用して、注視点から外れた移動物体は粗くモデル化して表示しても画質の劣化を感じることが少ないことを利用する手法。

【0008】上記の手法などを利用して、対象物体について予めきめ細かさを変えたモデルを複数準備しておき、各手法における特性のパラメータを用いて画質の劣化を与えない最も粗いモデルを選択することにより、頂点数の削減、すなわち頂点データの削減が可能となる。

【0009】一般に同一物体についてきめ細かさを変えて作成した複数のモデルのことは「階層化モデル」と呼

ばれる。この階層化モデルを作成するために、モデルの特徴に関係なく一様に頂点の削減、すなわち頂点データを削除すると、情報量の多い形状変化の複雑な部分と起伏の少ない情報量の少ない部分とが一様に頂点データを削除されることとなり、そのため、モデルの階層を切換る際に、表示における不連続性が観察者に知覚され、不自然な感じを与えてしまう。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】上記のように、階層化モデルを準備しておき、人間の視角特性を考慮して最適なモデルを選択する手法は、コンピュータグラフィックスを用いて現実感の高い画像を実時間で表示するのに極めて有効である。しかしながら、上記のように、階層化モデルを生成するのにモデル全体から一様に頂点、すなわち頂点データを削減するのでは、表示における不連続性を観察者に与えてしまい、好ましくない。したがって、高速表示に適し、かつ、表示における不連続性を観察者に与えることのない階層化モデルを準備する必要がある。

【0011】この発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、高速表示に的しかつ表示における不連続性を生じさせない三次元モデルデータを生成できる三次元モデルデータ生成装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】この発明に係る三次元モデルデータ生成装置は、三次元モデルを形成する頂点ごとに、三次元モデルを規定するための複数の頂点データを入力する手段と、各々が、三次元モデルを規定する頂点のうち近隣の3つの頂点により規定される複数の三角パッチを生成する三角パッチ生成手段と、各三角パッチについて法線ベクトルを検出する法線ベクトル検出手段と、検出された法線ベクトルを用いて空間周波数の変化を検出する空間周波数変化検出手段と、空間周波数変化の検出結果に基づいて隣接する三角パッチを統合する三角パッチ統合手段と、統合された領域内の頂点データを削除する頂点データ削除手段とを含む。

【0013】

【作用】この発明における三次元モデルデータ生成装置では、三次元モデルについて生成された三角パッチの法線ベクトルを用いて、三次元モデルの空間周波数が検出される。検出された空間周波数の変化に基づいて隣接する三角パッチが統合され、統合された領域内の頂点データが削除される。すなわち、三次元モデルの空間周波数の変化を考慮に入れて頂点データの削除が行なわれるので、表示における不連続性を生じさせない三次元モデルデータが生成され得る。

【0014】

【実施例】図2は、この発明の一実施例である階層化モデル生成装置が適用される三次元表示システムのブロッ

ク図である。図2を参照して、三次元表示システムは、階層化モデル生成装置52と、階層化モデル生成装置52に三次元モデルのデータを入力するためのデジタイザ51と、階層化モデル生成装置52によって生成された階層化モデルデータを記憶する記憶装置61と、記憶装置61にアクセスすることにより三次元モデルの表示のための処理を行なう表示処理装置62と、処理されたデータに基づいて三次元モデルを表示する表示装置63とを含む。記憶装置61、表示処理装置62および表示装置63によって、表示部60が構成される。

【0015】図1は、図2に示した階層化モデル生成装置52における処理を説明するためのフロー図である。図2を参照して、まずステップ101において、デジタイザ51を用いて、表示の対象となる三次元モデルの表面を構成する頂点の三次元座標データおよびモデル表面のテクスチャデータを詳細に入力する。したがって、各頂点ごとに頂点データが詳細に得られる。

【0016】ステップ102において、近隣の3つの頂点により規定される三角パッチが生成される。たとえば、図10はビーナス像のワイヤフレームモデルを示しているが、このような三次元モデルについてたくさんの三角パッチが生成される。

【0017】ステップ103において、各三角パッチについて法線ベクトルが演算により求められる。ここでは、各法線ベクトルが (x, y, z) により示されるものとする。

【0018】ステップ104において、検出された法線ベクトルに基づいて、隣接する三角パッチの統合処理が行なわれる。三角パッチの統合処理は、以下に説明する2つの手法のいずれを用いても行なうことができる。

【0019】まず、三角パッチの統合のための第1の手法について説明する。図3は、特徴空間に写像された法線ベクトルの特徴空間図である。図3において、各 x 、 y および z 軸は、法線ベクトルの要素の値を示す。図3において、○、△などは、特徴空間に写像された各法線ベクトルを示す。法線ベクトルが特徴空間に写像された後、図3に示すように、近隣の法線ベクトルについてグループ化がなされる。すなわち、近隣の法線ベクトルについて、グループ1ないしグループ5が生成され、各法線ベクトルについてグループ名称1ないし5がラベルとして付される。

【0020】ここでのグループの数は、要求される階層化モデルのきめ細かさにより変更される。すなわち、粗いモデルが作成される場合にはグループの数が少なく、すなわち特徴空間において広い範囲で近隣する法線ベクトルが1つのグループに属するものとして扱われることになる（同じグループ名称が付される）。逆に、きめ細かいモデルが作成される場合には、生成されるグループの数が多くなり、したがって特徴空間において狭い範囲で近隣する特徴ベクトルが1つのグループとして扱われ

る。

【0021】各法線ベクトルに付されたラベル（グループ名称に一致する）は、三次元モデル空間における対応する三角パッチにそれぞれ付され、以下のような処理がさらに行なわれる。

【0022】図4は、三次元モデル空間において三角パッチに付されたラベルを示す模式図である。図4を参照して、各三角パッチについて、特徴空間におけるグループ化により得られたラベルがそれぞれ付される。この後、隣接する三角パッチについて同一のラベルが付されているか否かが検出され、同一のラベルが付されている場合に隣接する三角パッチを統合させる。図4に示した例を統合処理した結果、図5に示した統合図形が得られる。

【0023】図5は、三角パッチの統合により得られる統合図形を示す模式図である。この段階では、図5に示されるように、三角パッチの統合が行なわれたものの、各頂点データは残されている。階層化モデルのデータを削減するため、統合された領域内に存在する頂点データを削除し、また、統合された図形の輪郭部分の頂点データをも削除して、生成すべき階層化モデルのデータを減らす。

【0024】図6は、頂点データが削除された統合図形を示す模式図である。図6において、点線により囲まれた部分の頂点データが削除されたことを示す。統合図形の輪郭部分の頂点の削除の判断は次のように行なわれる。

【0025】たとえば、輪郭部分の3つの頂点が図8に示すような関係にあるものと仮定する。図8を参照して、頂点V1、V2およびV3について、線分V1V2と線分V2V3とが角度θをなすものと仮定する。この場合に頂点V2を削除するか否かの判断は、次の不等式の関係式を満足するか否かを判断することにより行なわれる。

$$\text{【0026】} \quad |\theta - 180| < \text{THD} \quad \dots (1)$$

ここで、THDは頂点の削除に関するしきい値を示している。このしきい値THDは、生成されるべき階層モデルに要求されるきめ細かさに基づいて決定される。

【0027】不等式(1)が満たされるとき、頂点V2が削除され、したがって統合図形から頂点データが削除される（図6参照）。上記の統合図形における焦点データの削除処理は、図1に示したフロー図における処理105に相当する。

【0028】頂点データの削除処理が行なわれた後、残された頂点について新たな三角パッチが生成される。すなわち、図7に示すように、残された頂点を用いて新しい三角パッチが生成され、さらにデータの削減が要求される場合には、すなわちより粗い三次元モデルデータが作成される場合には、処理がステップ102に戻る。

【0029】ステップ106において、残された頂点データが図2に示した記憶装置61にストアされる。

【0030】次に、三角パッチの統合のための第2の手法について説明する。図9は、三次元モデル空間における三角パッチの模式図である。図9では1つの三角パッチp0を取囲む合計12の三角パッチp1ないしp12が示されている。1つの特定された三角パッチp0と隣接する各三角パッチp1ないしp12とがなすそれぞれの角度をφiとして、次式の演算を行なう。

【0031】

$$D = \sum_{i=1}^{12} |\phi_i| \quad \dots (2)$$

したがって、図9に示した例では、特定された1つの三角パッチp0、他の三角パッチp1ないしp12とがなす角度φ1ないしφ12の各絶対値が式(2)に従って加算され、値Dが求められる。値Dは、三角パッチp0について保持される。値Dは、三角パッチp0における三次元モデルの形状の空間周波数に比例する。したがって、三次元モデルの各部における空間周波数を上記のように求めることにより、空間周波数の低い部分および高い部分が検出され、空間周波数の低い部分において前述のような三角パッチの統合および頂点データの削除が行なわれる。

【0032】このように、表示されるべき三次元モデルを構成する三角パッチの法線ベクトルを用いることにより、三次元モデルの形状の空間周波数に応じて効率的に頂点データを削除することができ、表示における不連続性を観察者に与えない階層化モデルデータが作成できる。この階層化モデルデータを用いて、視点と物体間の距離、注視点と物体間の方向差、観察者と表示対象の相対的な動きなどをパラメータとして、最適な階層のデータを選択することにより、観察者に画質の劣化を感じさせない高品質な画像を高速で表示することが可能となる。

【0033】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、三次元モデルの形状の空間周波数に基づいて頂点データを削除する頂点データ削除手段を設けたので、高速表示に適しかつ表示における不連続性を生じさせない三次元モデルデータを生成できる三次元モデルデータ生成装置が得られた。

【図面の簡単な説明】

【図1】図2に示した階層化モデル生成装置における処理を説明するためのフロー図である。

【図2】この発明の一実施例である階層化モデル生成装置が適用される三次元表示システムのブロック図である。

【図3】特徴空間に写像された法線ベクトルの特徴空間図である。

【図4】三次元モデル空間において三角パッチに付されたラベルを示す模式図である。

【図5】三角パッチの統合により得られる統合図形を示す模式図である。

【図6】頂点データが削除された統合図形を示す模式図である。

【図7】新たな三角パッチの作成を示す模式図である。

【図8】統合図形の輪郭部分の頂点の削除処理を説明するための模式図である。

【図9】三次元モデル空間における三角パッチを示す模*10

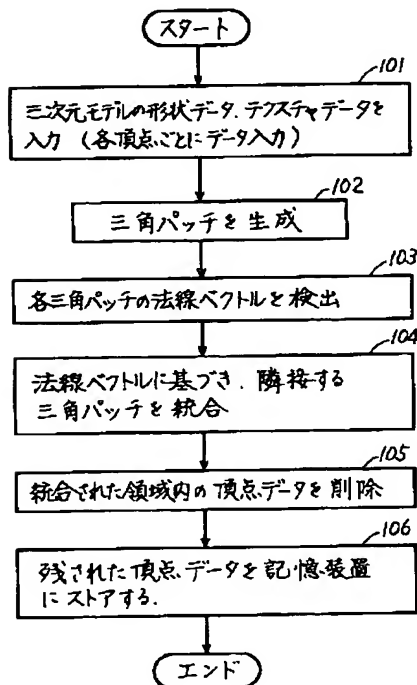
* 式図である。

【図10】三次元モデルの一例を示すワイヤフレームモデル図である。

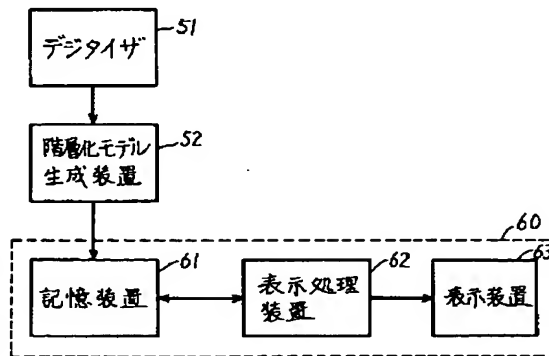
【符号の説明】

- 51 デジタイザ
- 52 階層化モデル生成装置
- 61 記憶装置
- 62 表示処理装置
- 63 表示装置

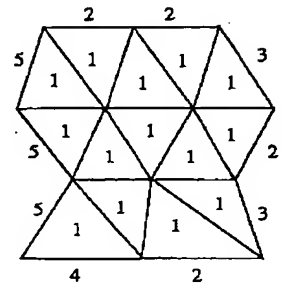
【図1】



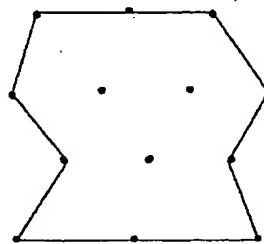
【図2】



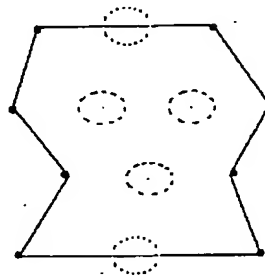
【図4】



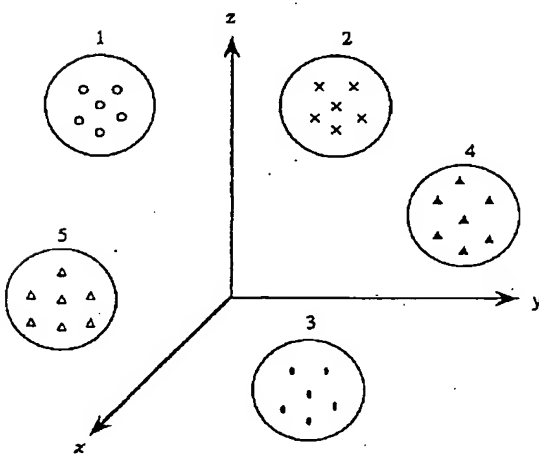
【図5】



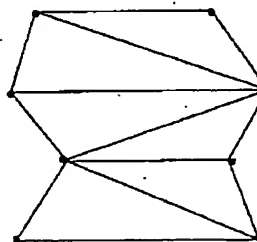
【図6】



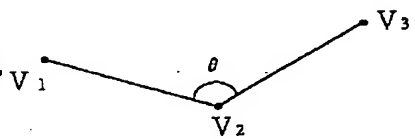
【図3】



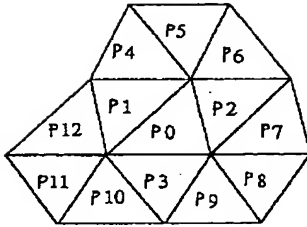
【図7】



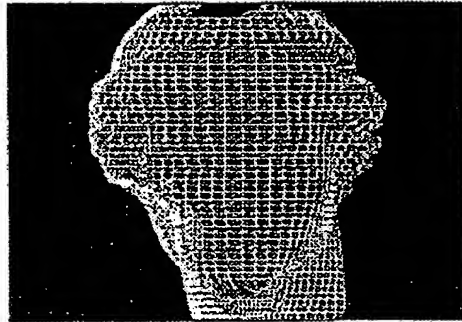
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 森井 精啓
 京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷5
 番地 株式会社エイ・ティ・アール通信シ
 ステム研究所内

(72)発明者 鉄谷 信二
 京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷5
 番地 株式会社エイ・ティ・アール通信シ
 ステム研究所内